

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3337690 A1

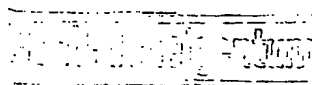
21 Aktenzeichen: P 33 37 690.5  
22 Anmeldetag: 17. 10. 83  
43 Offenlegungstag: 25. 4. 85

51 Int. Cl. 3:  
G 01 F 23/28  
G 01 S 7/66  
G 01 S 15/88  
G 06 F 13/06  
G 06 F 3/05

DE 3337690 A1

71 Anmelder:  
VEGA Grieshaber GmbH & Co, 7620 Wolfach, DE

72 Erfinder:  
Kech, Günter, 7620 Wolfach, DE; Wöhrle, Albert,  
7234 Aichhalden, DE



54 Verfahren und Vorrichtung zur Messung des Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen

Die Füllstandshöhe in einem Behälter wird mittels Schall-/Ultraschall gemessen, indem über die Zeit zwischen dem Senden der Schall-/Ultraschallwellen und dem Empfang von an der Oberfläche des Guts im Behälter reflektierten Schall-/Ultraschallechowellen die Füllstandshöhe bestimmt wird. Schall-/Ultraschallechowellen, die von zwischen der Füllstandsoberfläche und dem Schall-/Ultraschallempfänger angeordneten Hindernissen erzeugt werden, können das Meßergebnis erfindungsgemäß nicht verfälschen. Die Höhen oder die Laufzeiten der Schall-/Ultraschallwellen sowie deren Amplituden werden für die Hindernisse vorab erfaßt und gespeichert. Wenn außerhalb der vorab erfaßten Werte liegende Werte von Schall-/Ultraschallechosignalen empfangen werden, werden diese für die Füllstandsanzeige weiterverarbeitet. Ergeben sich bei der Messung keine außerhalb der gespeicherten Werte liegenden Werte von Schall-/Ultraschallechosignalen, dann wird das letzte, ein unbedecktes Hindernis anzeigende Schall-/Ultraschallechosignal für die Füllstandsanzeige weiterverarbeitet. Je nach dem Schüttwinkel des Füllguts wird die Füllstandshöhe auch die Messung kleinerer Amplituden als die Störeoamplituden für Laufzeiten oder Höhen über dem Behälterboden, die geringfügig außerhalb der den Hindernissen oder Störstellen zugeordneten Werte liegen, ermittelt.

01 VEGA Grieshaber GmbH & Co.  
7622 Schiltach

München, 17. Oktober 1983  
str-ks 14 270

05

Verfahren und Vorrichtung zur Messung des  
Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen

P a t e n t a n s p r ü c h e

10

1. Verfahren zur Messung des Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen, wobei über die Zeit zwischen dem Senden der Schall-/Ultraschallwellen und dem Empfang von an der Oberfläche des Guts im Behälter reflektierten Schall-/Ultraschallwellen die Füllstandshöhe bestimmt wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß Schall-/Ultraschallwellen, die von zwischen der Füllstandsoberfläche und dem Schallwandler (10) angeordneten Hindernissen bzw. Störstellen erzeugt werden, an ihrer vorab erfaßten und gespeicherten Laufzeit bzw. an der vorab erfaßten und vorgegebenen Höhe über dem Behälterboden festgestellt und nicht für die Füllstandsanzeige weiterverarbeitet werden, sobald ein nicht einem Hindernis bzw. einer Störstelle zugeordnetes Schall-/Ultraschallechosignal empfangen wird, und daß beim Fehlen eines nicht einem Hindernis bzw. einer Störstelle zugeordneten Schall-/Ultraschallechosignals die zuletzt empfangene Schall-/Ultraschallechowellente aus der Reihe der Schall-/Ultraschallechowellente, die von nicht vom Gut bedeckten Hindernissen bzw. Störstellen erzeugt werden, für die Füllstandsanzeige weiterverarbeitet wird.

35

- 01 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß beim Fehlen einer nicht einem Hindernis bzw. einer  
Störstelle zugeordneten Schall-/Ultraschallechowell e für die  
05 letzte nicht vom Gut bedeckte Störstelle bzw. das letzte nicht  
vom Gut bedeckte Hindernis ein Meßarbeitsgang ausgeführt  
wird, bei dem, hinausgehend über die den Störechowellen  
zugeordneten Laufzeit- bzw. Höhengrenzen, Schall-/Ultraschall-  
echowellen festgestellt werden, deren Amplituden um vorgebbare  
10 Werte geringer als die Amplituden der Störechowellen sind und  
die für die Füllstandshöhenanzeige weiterverarbeitet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
15 daß durch ein vorgebbares Zeitfenster Schall-/Ultraschallecho-  
wellen, die vom Boden des leeren Behälters reflektiert werden,  
ausgeblendet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden An-  
20 sprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß für im Weg der Schall-/Ultraschallwellen in gegebenen  
Abständen angeordnete Hindernisse bzw. Störstellen in der  
Einstellphase die Amplituden und die Laufzeiten der Schall-/-  
25 Ultraschallechowellen gemessen und für die Meßphase abrufbar  
gespeichert werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
30 daß in der Einstellphase für die vom Boden des Behälters  
reflektierten Schall-/Ultraschallechowellen die Laufzeit gemessen  
und eine Zeitblende gesetzt wird, die etwas kürzer als die  
Laufzeit ist.

- 01 6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1  
oder einem der folgenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß elektrische Signale in Schall-/Ultraschallsignale und  
05 empfangene Schall-/Ultraschallsignale in elektrische Signale um-  
formender Schallwandler (10) jeweils mit einem Hochfrequenzsen-  
der (12) und einem Empfangsverstärker (16) verbunden ist und  
daß der Hochfrequenzsender (12) und der Empfangsverstärker  
(16) an einen Mikrocomputer (14) angeschlossen sind, der mit  
10 einem nichtflüchtigen Schreibe-Lese-Speicher (22) verbunden  
ist, in den mittels an den Mikrocomputer (14) angeschlossener  
Eingabeelemente (44,46,48) Daten über die Laufzeiten von Stör-  
echos bzw. die Höhenlagen von Hindernissen oder Störstellen  
eingebbar sind.
- 15 7. Vorrichtung nach Anspruch 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß der Mikrocomputer (14) einen Speicher mit wahlfreiem  
Zugriff aufweist, in dem die Laufzeiten bzw. die zugeordneten  
20 Höhenabstände vom Behälter für empfangene Schall-/Ultraschall-  
echosignale speicherbar sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
25 daß an den Mikrocomputer (14) ein Entfernungsanzeige-Bau-  
gruppe (30) und ein multiplizierender Digital-Analog-Wandler  
(28) angeschlossen sind, dessen Ausgang mit einem Steuerein-  
gang (17) des Empfangsverstärkers (16) für die Einstellung  
des Verstärkungsgrads verbunden und dessen zweiter Eingang  
30 (29) an einen die Temperatur im Behälter messenden Temperatur-  
fühler (38) angeschlossen ist.

- 01 9. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder einem der folgenden An-  
sprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß ein Eingabeelement als Taster (46) ausgebildet ist, bei  
05 dessen Betätigung der Meßwert der Laufzeit des vom Behälterbo-  
den reflektierten Schall-/Ultraschallechosignals abzüglich eines  
kleinen Sicherheitswerts mittels eines Programmierzyklus in den  
nichtflüchtigen Speicher (22) einbaubar ist.
- 10 10. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder einem der folgenden An-  
sprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß ein weiteres Eingabeelement als Taster (44) ausgebildet  
ist, bei dessen Betätigung die Meßwerte der Laufzeit eines von  
15 einem Hindernis oder einer Störstelle erzeugten Schall-/Ultra-  
schallstörechos oder der Abstand des Hindernisses oder der  
Störstelle vom Behälterboden und die zugehörigen Amplituden  
der Schall-/Ultraschallechowellens mittels Programmierzyklen in  
den nichtflüchtigen Speicher (22) einbaubar sind.
- 20 11. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder einem der folgenden An-  
sprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß dem multiplizierenden Digital-Analog-Wandler (28) ein vom  
25 Mikrocomputer (14) steuerbarer Schalter (32) nachgeschaltet  
ist, an den ein analoger Speicher (34) angeschlossen ist, der  
mit einem entfernt angeordneten Auswertegerät verbunden ist.
- 30 12. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder einem der folgenden An-  
sprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Laufzeiten der nächsten Erhebung des Guts über dem  
Behälterboden und der tiefsten Stelle des Guts im Behälter für

01 jede Füllstandshöhe gemessen werden, und daß die beiden  
 Laufzeiten nach der Bildung eines Mittelwerts für die Füll-  
 standsanzeige verwendet werden.

05 13. Vorrichtung nach Anspruch 12,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 daß ein zusätzliches Eingabeelement als Taster (48) ausgebildet  
 ist, bei dessen Betätigung die Arbeitsweise der Mittelwertbil-  
 dung einstellbar ist.

10

15

20

25

30

35

01 VEGA Grieshaber GmbH & Co.  
7622 Schiltach

München, 17. Oktober 1983  
14 270

05                   Verfahren und Vorrichtung zur Messung des  
Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung des Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen, wobei über die Zeit zwischen dem Senden der Schall-/Ultraschallwellen und dem Empfang von an der Oberfläche des Guts im Behälter reflektierten Schall-/Ultraschallwellen die Füllstandshöhe bestimmt wird.

15 Beim Einsatz von Schall-/Ultraschallimpulsen zur Füllstandshöhenmessung treten neben den von der Oberfläche des Guts im Behälter reflektierten, für die Messung geeigneten Echosignalen häufig Störechos auf, von denen das richtige Echosignal unterschieden werden muß. Solche Störechos können durch Verstrebungen oder Kanten im Behälter verursacht werden. Um Störechos zu unterdrücken werden die Schall-/Ultraschallwellen häufig eng gebündelt und so ausgerichtet, daß ihr Weg an derartigen Kanten oder Verstrebungen vorbeiführt. Enggebündelte Schall-/Ultraschallwellen lassen sich nur mit relativ hohem Aufwand erzeugen und bergen zudem den Nachteil in sich, wegen des geringen Durchmessers der Strahlungskeule nach Reflexion am Füllgut den empfangsbereiten Schallwandler nicht mehr zu treffen.

Eine weitere Möglichkeit zur Unterdrückung von Störechos besteht im Setzen eines sog. "mitlaufenden Zeitfensters" oder im Nahbereich durch entfernungsabhängige Verstärkungsänderung. Unter einem derartigen Zeitfenster ist die Begrenzung der für die Füllstandsmessung auszuwertenden Schall-/Ultraschallechosignale auf einen Zeit-

01 raum zu verstehen, der kurz vor dem mutmaßlichen Eintreffen des  
an der Oberfläche des Guts reflektierten Echos beginnt und kurz  
nach dem mutmaßlichen Eintreffen endet. Das "mitlaufende Zeit-  
fenster" wird auf ein vorher ermitteltes und als gültig angesehenes  
05 Schall-/Ultraschallechosignal hin eingestellt. Durch diese Methode  
lassen sich viele Störeinflüsse beseitigen. Im Wege der Schall-/  
Ultraschallwellen angeordnete störende Teile, die vom Füllgut zu-  
nächst bedeckt sind und während des Absinkens des Füllguts  
freigelegt und deshalb von den Schall-/Ultraschallwellen erfaßt  
10 werden, lassen sich nur als Störstellen erkennen, wenn die Amplitu-  
den der reflektierten Schall-/Ultraschallwellen deutlich größer als  
die Amplituden der von der Oberfläche des Guts reflektierten  
Schall-/Ultraschallwellen sind. Trifft dies zu, dann rastet das  
"mitlaufende Zeitfenster" auf das von einem derartigen Teil, bei-  
15 spielsweise einer Kante oder einer Verstrebung im Behälter, erzeug-  
te Schall-/Ultraschallechosignal ein und liefert nur dann einen  
richtigen Füllstandsmeßwert, wenn die Höhe des Füllstands mit der  
Höhe dieses Teils im Behälter übereinstimmt.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine  
Vorrichtung der eingangs beschriebenen Gattung derart weiterzuent-  
wickeln, daß die Verfälschung des Meßergebnisses durch feststehen-  
de Teile des Behälters, die sich im Wege der Schall-/Ultraschallwel-  
len befinden oder in den Weg hineinragen, beseitigt wird.

25 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1  
beschriebenen Maßnahmen gelöst. Mit den im Anspruch 1 angege-  
benen Maßnahmen können Störechos auf einfache Weise vom Nutzecho  
unterschieden werden. Es ist sogar möglich, mehrere Störechos, die  
30 von hintereinander im Weg der Schall-/Ultraschallwellen angeordne-  
ten Teilen erzeugt werden, festzustellen und für die weitere  
Verarbeitung zu sperren. Wenn sich die Oberfläche des Guts in  
Höhe eines der Störechos erzeugenden Teile befindet, wird die



01 Füllstandshöhe trotzdem richtig gemessen. Ein Ansteigen der Oberfläche über ein solches Teil hinaus oder ein Absinken der Oberfläche unter das Teil wird mit dem im Anspruch 1 angegebenen Verfahren in der Meßphase sofort erkannt.

05

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform werden für im Weg der Schall-/Ultraschallsignale in gegebenen Abständen angeordnete Hindernisse bzw. Störstellen während der Inbetriebnahmephase die Zeiten - oder die Amplituden nebst Laufzeiten der Schall-/Ultraschallechwellen gemessen und für die Betriebsphase abrufbar gespeichert. Hierdurch wird nicht nur eine schnelle und einfache Anpassung des Meßverfahrens an die Gegebenheiten des jeweiligen Meßobjekts möglich, sondern überhaupt erst die Voraussetzung zur mißweisungsfreien Meßwertverarbeitung geschaffen.

15

In einer weiteren Ausgestaltung werden Vielfachechos im Zuge der Inbetriebnahme erfaßt und bei der Meßwertverarbeitung berücksichtigt. Hierdurch können solche Vielfachechos, die beispielsweise bei gewölbtem Behälterboden höhere Amplituden als jene des Nutzechos aufweisen, von einer Verarbeitung zu einer Füllstandshöhenanzeige ferngehalten werden.

20

Eine zweckmäßige Ausführungsform besteht darin, daß für die zwischen Boden und Decke des Behälters reflektierten Vielfachechos die Laufzeit gemessen und eine Zeitblende gesetzt wird, die etwas kürzer als deren Laufzeit ist. Mit dieser Maßnahme können die Voraussetzungen für die Unterdrückung des Einflusses der Vielfachechos auf das Meßergebnis am jeweiligen Einsatzort schnell und auf einfache Weise geschaffen werden.

30

Eine Vorrichtung zur Durchführung des im Anspruch 1 beschriebenen Verfahrens besteht erfindungsgemäß darin, daß ein elektri-

35

01 sches Signal in Schall- oder Ultraschallsignale und empfangene  
Schall- oder Ultraschallsignale in elektrische Signale umformender  
Wandler jeweils mit einem Hochfrequenzsender und einem Empfangs-  
05 verstärker verbunden ist und daß der Hochfrequenzsender und der  
Empfangsverstärker an einen Mikrocomputer angeschlossen sind, der  
mit einem nichtflüchtigen Schreib-Lese-Speicher verbunden ist, in  
den mittels an den Mikrocomputer angeschlossener Eingabeelemente  
Daten über die Laufzeiten von Störechos bzw. die Höhenlagen von  
Hindernissen oder Störstellen eingebbar sind. Diese einfach aufge-  
10 baute Vorrichtung weist einen nichtflüchtigen Speicher auf, in dem  
die Einstellwerte für das jeweilige Meßobjekt auch nach dem  
Abschalten der Stromversorgung erhalten bleiben. Für die Meßvor-  
richtung ist deshalb keine ständig anstehende Betriebsspannung  
erforderlich. Lediglich zu Beginn einer Füllstandshöhenmessung  
15 wird die Betriebsspannung eingeschaltet.

Im nichtflüchtigen Programm-Speicher ist zweckmäßigerweise ein  
Steuerprogramm für den Mikrocomputer enthalten, der gemäß den  
Befehlen dieses Steuerprogramms den Sender zur Abgabe einer  
20 hochfrequenten Impulsfolge veranlaßt. Mit dem Mikrocomputer wer-  
den auch nach Maßgabe von Befehlen des Steuerprogramms nach  
dem Aussenden der Schall-/Ultraschallwellen durch Aufsummieren  
von Taktimpulsen die Laufzeiten der Schall-Ultraschallwellen beim  
Empfang der Schall-/Ultraschallechwellen festgesetzt. Dem Mikrocom-  
25 puter ist u.a. ein an den Ausgang des Empfangsverstärkers  
angeschlossener Analog-Digital-Wandler nachgeschaltet, der eben-  
falls in Übereinstimmung mit dem Steuerprogramm mit Steuersignalen  
beaufschlagt wird.

30 Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß an den  
Mikrocomputer eine Entfernungsanzeige-Baugruppe und ein multipli-  
zierender Digital-Analog-Wandler angeschlossen ist. Mit dieser An-

01 ordnung wird der Einfluß von Temperaturänderungen auf die Lauf-  
zeit des Schall-/Ultraschall-Laufzeitmediums über eine veränderliche  
Verstärkungsgradeinstellung ausgeglichen. Das Meßergebnis des Ge-  
rätes ist deshalb unabhängig von der Temperatur der spezifischen  
05 Schall-Laufzeit.

Eine zweckmäßige Ausführungsform besteht darin, daß ein Eingabe-  
element als Taster ausgebildet ist, bei dessen Betätigung der  
Meßwert der Laufzeit des vom Behälterboden reflektierten Vielfach-  
10 echos unter Berücksichtigung eines kleinen Sicherheitswerts mittels  
eines Programmierzyklus in den nichtflüchtigen Speicher eingebbar  
ist. Die Laufzeit abzüglich des Sicherheitswerts wird durch das  
Steuerprogramm in einen eigens hierfür freigehaltenen Speicherplatz  
eingegeben. Für die Eingabe ist keine Kenntnis des Steuerpro-  
15 gramms notwendig. Es muß lediglich der Taster betätigt werden,  
wenn am Behälterboden entstandene Vielfachechos mittels der Vor-  
richtung auf der Entfernungsanzeige-Baugruppe festgestellt werden.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist ein Eingabeele-  
20 ment als Taster ausgebildet, bei dessen Betätigung die Meßwerte  
der Laufzeit eines von einem Hindernis oder einer Störstelle erzeug-  
ten Schall-/Ultraschallstörechos und die zugehörigen Amplituden der  
Schall-/Ultraschallechowellen mittels Programmierzyklus in den nicht-  
flüchtigen Speicher eingebbar sind. Die gerade festgestellte Lauf-  
25 zeit nebst der zugehörigen Amplitude des empfangenen Schall-/Ultra-  
schallechosignals werden bei Betätigung dieses Tasters in ausge-  
wählte Speicherplätze des nichtflüchtigen Speichers übertragen. Die  
Speicherplätze sind im Rahmen des Steuerprogramms festgelegt. Die  
Einstellung der Vorrichtung auf die vorhandenen Hindernisse bzw.  
30 Störstellen setzt keine Kenntnisse des internen Aufbaus der Vorrich-  
tung oder des Steuerprogramms voraus.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgedankens sind  
in den Ansprüchen 2, 7, 10 und 11 beschrieben.

- 01 Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, aus dem sich weitere Merkmale sowie Vorteile ergeben.
- 05 In der Zeichnung ist eine Vorrichtung zur Messung des Füllstands in einem Behälter mittels Schall-/Ultraschallwellen dargestellt. Die Schall-/Ultraschallwellen werden mit einem Schallwandler 10 erzeugt, der die ihm zugeführten hochfrequenten elektrischen Signale, deren Frequenzen im Schall-/Ultraschallwellenbereich liegen, in
- 10 Schall-/Ultraschallwellen bzw. Ultraschall-Impulspakete umwandelt, und diese aussendet. Der Schallwandler 10 ist in einem nicht dargestellten Behälter angeordnet. Die Ausrichtung des Schallwandlers 10 ermöglicht die kontinuierliche Feststellung der Füllstandshöhe des Guts im Behälter vom Boden bis an eine nahe am oberen
- 15 Behälterende liegende Grenze. Im Weg der Schall-/Ultraschallwellen können Hindernisse, z.B. Streben oder andere fest eingebaute Behälterteile, angeordnet sein. In den Pausen zwischen der Aussendung von Ultraschallwellen-Impulspaketen empfängt der Schallwandler 10 Schall-/Ultraschallwellen von der reflektierenden Oberfläche und setzt diese in entsprechende elektrische Signale um. Mit dem Schallwandler 10 ist der Ausgang eines Hochfrequenzsenders 12 verbunden, der hochfrequente Impulspakete erzeugt, wenn er über einen nicht näher bezeichneten Eingang durch ein von einem Mikrocomputer 14 abgegebenes Steuersignal angeregt wird.
- 25
- An den Schallwandler 10 ist weiterhin der Eingang eines Empfangsverstärkers 16 angeschlossen, dessen Verstärkungsgrad einstellbar ist. Hierzu weist der Verstärker 16 einen Steuereingang 17 auf. Der Ausgang des Empfangsverstärkers 16 ist an einen Eingang 18 des
- 30 Mikrocomputers 14 angeschlossen. Dem Eingang 18 ist ein nicht näher dargestellter Analog-Digital-Wandler nachgeschaltet, der zweckmäßigerweise Bestandteil des Mikrocomputers 14 ist.

01 Der Mikrocomputer 14 ist über bidirektional beaufschlagbare Leitungen 20 mit einem nichtflüchtigen Speicher 22 verbunden, in dem ein Steuerprogramm abgespeichert ist.

05 Datenausgänge 24,26 des Mikrocomputers 14 sind jeweils ein multiplizierender Digital-Analog-Wandler 28, im folgenden als D/A-Wandler bezeichnet, und eine Entfernungsanzeige-Baugruppe 30 nachgeschaltet. Die Entfernungsanzeige-Baugruppe zeigt beispielsweise digital in Zentimetern beim Empfang eines Schall-/Ultraschallecho-  
10 signals den Abstand zwischen dem Schallwandler 10 und derjenigen Stelle an, an der das Schall-/Ultraschallsignal reflektiert wurde. Der Ausgang des D/A-Wandlers 28 ist einerseits an den Steuereingang 17 des Empfängers 16 und andererseits an ein Schaltelement 32 angeschlossen, das vom Mikrocomputer 14 steuerbar ist. Mit dem  
15 Schaltelement 32 ist ein analoger Signalstromspeicher 34 verbunden, der einen Ausgang 36 enthält, an den ein nicht näher dargestelltes, entfernt angeordnetes Auswertgerät angeschlossen ist.

Der D/A-Wandler 28 enthält einen Steuereingang 29, an den ein  
20 (beispielsweise im Behälter angeordneter) Temperaturfühler 38 angeschlossen ist. Die Bauelemente 10,12,14,16,22,28,30,32 und 34 werden von einer Stromversorgungseinrichtung 40 mit Betriebsstrom versorgt. Die Stromversorgungseinrichtung 40, die z.B. eine geregelte Ausgangsspannung erzeugt, wird über Leitungen 42 vom Auswert-  
25 gerät her mit Energie versorgt.

An nicht näher dargestellte Steuereingänge des Mikrocomputers 14 sind jeweils drei Taster 44,46,48 angeschlossen. Die Taster 44 bis 48 lösen in Verbindung mit dem im Speicher 22 enthaltenen  
30 Steuerprogramm bestimmte Funktionen der in der Zeichnung dargestellten Vorrichtung aus. Die reflektierten Schall-/Ultraschallechosignale, die vom Schallwandler 10 empfangen werden, gelangen über den Empfänger 16 in den Mikrocomputer 14 und werden in einem nicht dargestellten Speicher mit wahlfreiem Zugriff gespeichert. Die  
35 gespeicherten Daten werden durch die Anzeige-Baugruppe 30 über

01 beispielsweise eine LED-Anzeige dargestellt. Im Mikrocomputer 14  
wird die Zeitdauer zwischen dem Aussenden eines Schall-/Ultra-  
schallimpulses oder eines Schall-/Ultraschallimpulspaketes und dem  
Empfang eines entsprechenden Schall-/Ultraschallechosignals gemes-  
05 sen und ebenfalls auf der Anzeige-Baugruppe 30 dargestellt. Eine  
der gemessenen Zeitdauer proportionale Information über den Ab-  
stand zwischen Schallwandler 10 und reflektierender Fläche wird  
vom Mikrocomputer 14 an den D/A-Wandler 28 ausgegeben. Die  
Messung der Zeitdifferenz, bei der es sich um die Laufzeit der  
10 Schall-/Ultraschallwellen vom Schallwandler 10 zu einer die Wellen  
reflektierenden Fläche und von dieser Fläche zurück zum Schall-  
wandler 10 handelt, erfolgt im Mikrocomputer 14 durch Auszählung  
hochfrequenter Taktimpulse, deren Frequenz z.B. im Megahertzbe-  
reich liegt.

15  
Aus der Laufzeit wird im Mikrocomputer 14 mittels des im Speicher  
22 vorhandenen Steuerprogramms, das den Wert für die spezifische  
Schallgeschwindigkeit des Laufzeitmediums enthält, der Abstand  
zwischen dem Schallwandler 10 und der jeweils reflektierenden  
20 Fläche bestimmt und z.B. auf dem Entfernungsanzeige-Baugruppe 30  
dargestellt. Vorzugsweise wird auf der Grundlage dieses Abstands  
die Füllstandshöhe bestimmt, bei der es sich um die Differenz des  
Abstands zwischen Füllgut und Schallwandler und der Höhe des  
Schallwandlers 10 über dem Boden des Behälters handelt. Zweck-  
25 mäßigerweise kann auch die so ermittelte Füllstandshöhe auf der  
Anzeige-Baugruppe 30 dargestellt und an den D/A-Wandler 28 ausge-  
geben werden.

Beim Betätigen des Tasters 44 werden die auf der Anzeige-Bau-  
30 gruppe 30 dargestellten Werte der Schall-/Ultraschallechoamplitude  
und der Füllstandshöhe in den Speicher 22 übertragen. Hierzu wird  
ein Programmierzyklus ausgelöst. Durch das Steuerprogramm sind  
hierfür eigene Speicherplätze reserviert, in die diese Daten gelan-  
gen.

35  
Bei Betätigung des Tasters 46 wird die auf der Anzeige-Baugruppe

- 01 dargestellte Füllstandshöhe unter Berücksichtigung eines Sicherheits-  
abstands in den Speicher 22 übertragen. Hierfür wird ebenfalls ein  
Programmierzklus für den Speicher 22 durchgeführt. Der über den  
Taster 46 eingehende, durch den Sicherheitsabstand abgewandelte  
05 Meßwert dient mit Hilfe des Steuerprogramms zur Erzeugung einer  
Zeitblende, die eine zeitliche Grenze festlegt, bei deren Überschrei-  
tung die noch empfangenen Schall-/Ultraschallechosignale nicht  
weiterverarbeitet werden. Auf diese Weise lassen sich die reflektier-  
ten Vielfachechos, deren Amplituden höher als jene des von der  
10 Füllgutoberfläche erzeugtem Nutzechos sein können, von der Füll-  
standshöhenangabe fernhalten.

Vom Schallwandler 10 werden sowohl die Nutzechoellen als auch  
Störechowellen, die von Hindernissen im Weg der gesendeten  
15 Schall-/Ultraschallwellen ausgehen, empfangen. Die Höhenlage und  
die Amplituden der von den Hindernissen erzeugten Störechowellen  
bleiben gleich und sind vorab erfaßt und im nichtflüchtigen  
Speicher 22 enthalten. In der Meßbetriebsart der Vorrichtung wer-  
den die empfangenen Schall-/Ultraschallechowellen mit den für Stör-  
20 echowellen gespeicherten Daten verglichen. Herrscht zwischen den  
empfangenen und den gespeicherten Werten Übereinstimmung inner-  
halb vorgegebener Toleranzgrenzen, dann werden die empfangenen  
Schall-/Ultraschallechowellen als Störechowellen erkannt und nicht  
für die Füllstandshöhenangabe weiterverarbeitet. Liegen die Amplitu-  
25 den und die Höhenangaben der empfangenen Schall-/Ultraschallecho-  
wellen außerhalb der gespeicherten Werte, dann handelt es sich um  
die von der Oberfläche des Guts im Behälter reflektierten Echowel-  
len, die nach entsprechender Umrechnung als Füllstandshöhe ausge-  
geben werden, indem das Schaltelement 32 über den Mikrocomputer  
30 14 angesteuert wird. Damit gelangt ein der Füllstandshöhe ent-  
sprechender Wert über den analogen Speicher 34 zur Entfernungs-An-  
zeige-Baugruppe 30.

01 Wenn keine Schall-/Ultraschallechosignale empfangen werden, deren  
Amplitude und Höhe außerhalb der gespeicherten Werte liegt, dann  
ist dies ein Zeichen dafür, daß das Füllgut in Höhe eines der  
Hindernisse liegt. Um die Füllstandshöhe für diesen Fall zu er-  
05 mitteln, werden die Amplituden der in Höhe der Hindernisse reflek-  
tierten Schall-/Ultraschallechosignale ausgewertet. Gespeichert sind  
die Amplituden von Störechos, die sich ergeben, wenn die Füllgut-  
oberfläche nicht gerade in Höhe eines Hindernisses liegt. Nicht  
gespeichert sind die Amplituden, die bei einem vom Füllgut bedeck-  
10 ten Hindernis auftreten. Die letzteren Amplituden können, je nach  
Absorptionsvermögen des Guts im Behälter, sehr gering sein.

Es ist möglich, die Laufzeiten der Schall-/Ultraschallstörechosignale  
oder die berechneten Höhen der Hindernisse über dem Behälterboden  
15 zu speichern und in der Meßbetriebsart mit den empfangenen  
Schall-/Ultraschallechosignalen zu vergleichen. Der Verstärkungs-  
grad des Empfangsverstärkers 16 wird in Abhängigkeit vom  
D/A-Wandler-Ausgangssignal gesteuert. Über den Temperaturfühler  
38 wird das Ausgangssignal des D/A-Wandlers 28 so geregelt, daß  
20 es über eine entsprechende Beeinflussung des D/A-Wandlers 28 von  
Temperaturänderungen des Laufzeit-Mediums im Behälter nicht beein-  
flußt wird.

In der Inbetriebnahme der in der Zeichnung dargestellten Vorrich-  
25 tung erscheint die tatsächlich gemessene Entfernung oder die Ent-  
fernung des Störechos in beispielsweise Zentimetern auf der geräte-  
internen LCD-Anzeige 30. Somit läßt sich rückschließen, ob ein  
Störecho vorhanden ist oder der wahre Füllstand angezeigt wird.  
Die Höhe der Hindernisse über dem Boden wird dabei als bekannt  
30 vorausgesetzt.



01 Befindet sich eine Störquelle innerhalb der Meßstrecke, so stimmt  
die angezeigte Entfernung nicht mit der Entfernung des wahren  
Füllstandes überein. Durch Betätigen der zugeordneten Taste 44 der  
die Bedeutung "Entfernung zu klein" entspricht, kann die Amplitude  
05 und die Entfernung für ein vorhandenes Störecho abgespeichert  
werden. Anschließend ist die gleiche Speicherprozedur mit einem  
möglichen weiteren Störecho durchführbar. Der beschriebene  
Speichervorgang kann mehrfach wiederholt, d.h. es können mehrere  
Störechos abgespeichert werden.

10

Es kommt aber auch vor, daß bei leerem Behälter ein "Vielfach-  
echo" in der Amplitude größer ist als das Nutzecho. Damit wird  
eine zu große Entfernung angezeigt. Durch Betätigen der weiteren  
Taste 46, die "Entfernung zu groß" entspricht, kann der maximale  
15 Meßbereich derart begrenzt werden, daß sein Zeitäquivalent kürzer  
ist als die Zeit des auszublendenden Vielfachechos. Analog dem  
oben genannten werden die Charakteristika des Vielfachechos wieder  
in einen nichtflüchtigen Speicher übernommen.

20 Das vorstehend geschilderte Verfahren kann darüber hinaus dazu  
genutzt werden, im voraus bekannte Störstellen durch geeichte  
Schalter- oder Tasteneinstellung zu eliminieren.

Im Verlaufe der Inbetriebnahme deutet die oben beschriebene Vor-  
25 richtung ein Störecho zunächst als Füllgutecho. Eine Bedienungsper-  
son vermag anhand der LCD-Entfernungsanzeige das Vorhandensein  
eines Störechos zu erkennen. Durch Betätigen des Tasters 44  
"Entfernung zu klein" werden sämtliche Daten dieses Echos unter  
dem Pseudonamen "Störecho 1" abgespeichert.

30

Gleichzeitig wird ein neuer Suchzyklus vom Ende dieses Echos ab  
bis zum Meßbereichsende eingeleitet, und das gefundene Echo  
angezeigt. Während des anschließenden Befüllens wird die Störstelle  
bzw. das Hindernis vom Füllgut bedeckt werden. Um zu verhindern,  
35 daß in diesem Falle das Füllgut als Störecho deklariert wird,

- 01 sorgt die Meßwertverarbeitung des Gerätes dafür, daß die Stör-  
echo-Deutung abgeschaltet wird, bevor das Füllgut die Störstelle  
überschreitet.
- 05 Umgekehrt wertet das Gerät bei der Behälterentleerung ein von  
einer Störstelle ausgehendes Echo wiederum als Störecho, sobald  
das wahre Füllgutecho die Entfernung überschreitet, die für ein  
Störecho reserviert worden ist. D.h. im Falle größerer Entfernungen  
zum Füllgut als jener zum Störecho wertet das Gerät das zeitlich  
10 kürzere Echo als Störecho und das zeitlich längere als den wahren  
Füllstand. Befindet sich das Füllgut in Höhe der Störstelle, so  
sucht das Gerät ständig über die Entfernung zur Störstelle hinaus-  
gehend nach einem anderen Echo, das eine kleinere Amplitude als  
das Störecho haben kann. Somit wird auch bei geringerer Amplitude  
15 des Füllgutechos als jener des Störechos erkannt, wenn der Füll-  
stand größere Distanzen annimmt als die Entfernung zum Störecho.  
Bei diesem Suchzyklus werden Vielfachechos unterdrückt. Es ver-  
dient Betonung, daß die genannten Maßnahmen das Finden des  
wahren Füllstandsechos unabhängig von der Behälterfüllung nach  
20 jedem Einschalten des Gerätes sicherstellen.

Der Taster 48 dient zur Auswahl einer bestimmten Betriebsweise des  
Mikrocomputers 14. Bei Betätigung des Tasters 48 werden jeweils  
zwei Meßwerte für die Oberfläche des Guts im Behälter erfaßt. Die  
25 Meßwerte entsprechen dem höchsten und dem tiefsten Punkt der  
Oberfläche. Durch Mittelwertbildung aus diesen beiden Meßwerten  
wird die mittlere Füllstandshöhe festgelegt.

30

35

- 18 -  
- Leerseite -

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

33 37 690  
G 01 F 23/28  
17. Oktober 1983  
25. April 1985

- 19 -

NACHRICHT

3337690

